

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-195379

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 21/3065

// H 0 5 H 1/46

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 9216-2G

H 0 1 L 21/ 302

B

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-3366

(22) 出願日 平成7年(1995)1月12日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 柳 義弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 中山 一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 奥村 智洋

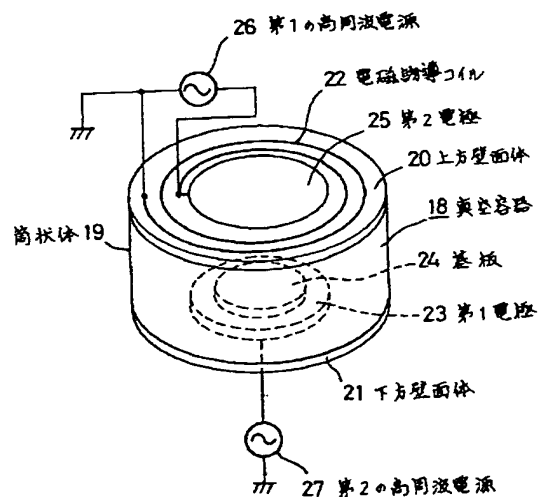
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 被加工物に対して最適なプラズマ分布に基づくプラズマ処理方法及び、比較的高真空度において高密度プラズマを発生することが可能で、かつプラズマ密度の分布に優れたプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 真空容器18内に基板24を載置した第1の電極23を設け、前記第1の電極23と対向する位置に電磁誘導コイル22及び第2の電極25を設けるとともに、これら電磁誘導コイル22及び第2の電極25に高周波電圧を印加する第1の高周波電源26を設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に、誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマを発生させ、この発生させたプラズマにより基板を処理することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 真空容器内に設けられた基板を載置するための第1の電極と、前記第1の電極と対向する位置の前記真空容器壁面に設けた電磁誘導コイル及び第2の電極と、前記電磁誘導コイル及び第2の電極に高周波電圧を印加する第1の高周波電源とからなり、真空容器内に誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体等の製造に使用するプラズマ処理方法及び装置、特に特定のプラズマによるプラズマ処理方法及び、比較的高真空度において高密度プラズマを発生することが可能で、かつプラズマ密度の分布に優れたプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近來、半導体素子の微細化に対応して、ドライエッチング技術に関しては高アスペクト比の素子の加工等、プラズマCVD技術に関しては高アスペクト比の素子の埋め込み等を実現するため、これらのプラズマ処理は高真空度の下で行うことが求められている。例えばドライエッチングの場合、高真空度の下で高密度プラズマを発生させると、基板表面に形成されるイオンシースの中でイオンと、中性ラジカル粒子との衝突が少なくなるため、イオンの方向性が揃うほか、電離度が高いため基板に到達するイオン対中性ラジカル入射粒子束の比が大きくなり、エッチングの異方向性が高められる等の効果がある。

【0003】一方、基板に到達するイオンエネルギーを制御することも重要である。イオンエネルギーが大きいと選択比の低下を招いたり、基板に物理的、電氣的ダメージを与えることがあるため、最適なエッチングを安定して行うためには、イオンエネルギーを制御することが必要である。

【0004】従来の一般的なプラズマ処理方法としては、容量結合性のプラズマを用いる方法と、誘導結合性のプラズマを用いる方法が一般的である。容量結合性のプラズマを用いる方法を適用した装置の一例を図3に示す。図中、1は真空容器で、筒状体2の上下開口部を上方壁面体3と下方壁面体4により封止したものであり、必要に応じて前記筒状体2の側面に吸排気孔等が設けられる。5は前記上方壁面体3の内面に配置された上部電極、6は前記下方壁面体4の内面において前記上部電極5と対向する位置に配置された下部電極、7は前記下部電極6上に載置された基板、8は高周波電源である。この装置の動作は、前記上部電極5と下部電極6との間に

高周波電源8より高周波電圧を印加することにより、真空容器1内に容量結合性のプラズマを発生させるものであるが、真空度を上げて行くと、それにつれて電子とイオンの衝突確率が低くなり、高真空度において高密度プラズマを発生させることが難しい。

【0005】一方、誘導結合性のプラズマを用いる方法は、高真空度においても十分な処理速度が得られる高密度プラズマを利用することができる。この誘導結合性のプラズマを用いる方法を適用した装置は、真空容器に設けた電磁誘導コイルに高周波電流を流すことにより、真空容器内に高周波磁界を発生させ、この高周波磁界により誘導される誘導電界を真空容器内に発生させることにより電子の加速を行うもので、前記電磁誘導コイルの電流を大きくすれば、高真空度においても十分な処理速度が得られる高密度プラズマを発生させることができるのであるが、後述のようにプラズマ分布の点で問題がある。この種の電磁誘導コイルを用いた装置の例としては、図4に示すような円筒型と、図5に示すような平板型があり、以下これについて説明する。なお、この2つの例は電磁誘導コイルの配置以外は全く同一であるので、同一の符号を付して説明する。

【0006】図4、図5において、9は真空容器で、筒状体10の上下開口部を上方壁面体11と下方壁面体12により封止したものであり、必要に応じて前記筒状体10の側面に吸排気孔等が設けられる。13は電磁誘導コイル、14は下方壁面体12の内面に配置された電極、15は電極14上に載置された基板、16は第1高周波電源、17は第2高周波電源である。ここで、真空容器9内に適当なガスを導入しつつ排気し、真空容器9内を適当な圧力に保ちながら、第1高周波電源16より電磁誘導コイル13に高周波電圧を印加することにより、真空容器9内にプラズマが発生し、基板15に対してエッチング、デポジション、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。なお、このとき、電極14にも第2高周波電源17より高周波電圧を印加すると、基板15に到達するイオンエネルギーを制御することができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、容量結合性のプラズマを用いてプラズマ処理を行う方法は、前記図3に示す容量結合型の装置が持つ問題点がそのまま現われてしまう。即ち、この装置は、真空度が高くなるにつれて電子とイオンの衝突確率が低くなり、高真空度において高密度プラズマを発生させることが難しく、十分な処理速度が得られない。これを改善するために高周波電圧を無理に高くしてプラズマ密度を高くしようとすると、イオンエネルギーが大きくなりエッチング選択比が低下したり、基板にダメージを与えたりする結果となる。また誘導結合性のプラズマを用いてプラズマ処理を行う方法も、前記図4及び図5に示す誘導結合型の装置が持つ問題点がそのまま現われてしまう。即ち、この装

置は、電子が基板面に対して平行で、かつ閉じた円弧上に沿って加速され、真空容器の壁面で加速電子が失われる確率が減少するので高密度のプラズマが得られるが、反面、被加工物に対して最適なプラズマ分布を得るのが難しいという問題点がある。

【0008】本発明は、このような従来の問題点に鑑み、被加工物に対して最適なプラズマ分布に基づくプラズマ処理方法及び、比較的高真空度において高密度プラズマを発生することが可能で、かつプラズマ密度の分布に優れたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】

第1の手段(方法)：真空容器内に、誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマを発生させ、この発生させたプラズマにより基板を処理するようにしたものである。

【0010】第2の手段(装置)：真空容器内に設けられた基板を載置するための第1の電極と、前記第1の電極と対向する位置の前記真空容器壁面に設けた電磁誘導コイル及び第2の電極と、前記電磁誘導コイル及び第2の電極に高周波電圧を印加する第1の高周波電源とからなり、真空容器内に誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマを発生させるようにしたものである。

#### 【0011】

【作用】したがって、本発明は、電磁誘導コイルによる誘導結合性のプラズマと、第1及び第2の電極による容量結合性のプラズマとが混在した形となり、前記電磁誘導コイルと第1及び第2の電極の構成を調整し、最適化することにより、被加工物に最適なプラズマ分布を得ることができる。また、前記第1の電極にも第2高周波電源より高周波電圧を印加すると、基板に到達するイオンエネルギーを制御することができる。

#### 【0012】

【実施例】以下、本発明の各実施例について図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の第1実施例を示しており、図中、18は真空容器で、筒状体19の上下開口部を上方壁面体20と下方壁面体21により封止したものであり、必要に応じて前記筒状体19の側面に吸排気孔等が設けられる。22は直径25cm、巻数2の電磁誘導コイル、23は前記下方壁面体21の内面付近に配置された第1の電極、24は前記第1の電極23上に載置された基板、25は前記電磁誘導コイル22の内周部に設けられた面積が略 $48\pi\text{cm}^2$ の第2の電極、26は第1高周波電源で、電磁誘導コイル22と第2の電極25に図示のように接続されている。なお、27は第2高周波電源で、前記第1の電極23に接続されている。

【0013】次にその動作を説明する。真空容器18内にArガスを30SCCM導入しつつ排気し、真空容器18内を10mTorrの圧力に保ちながら、第1高周波電源26より1000Wの電力を投入すると真空容器18内にプラズマが発生す

る。図2はこのときの基板24上のイオン飽和電流密度の分布を示しており、図2(a)は本実施例の状態、図2(b)は図5に示す従来例の状態を示している。この図から明らかなように図2(a)、図2(b)共に高密度プラズマが得られているが、プラズマ分布は本実施例のものは基板24のどの位置でも略均一な値を示しており、非常に良好な結果であるが、従来のものは誘導結合性が支配的であり、誘導結合型放電の特徴である基板24の中央付近で極大となるような分布を示し、プラズマ分布としては不均一なものとなっている。本実施例では、電磁誘導コイル22による誘導結合性を主として、これに前記第2の電極25による容量結合性が混在したプラズマを生成しているため、誘導結合型放電の高いプラズマ密度を保持しつつ、容量結合型放電の高い均一性を両立させることができ、従来例に比べ、より均一性の良いプラズマ分布を得ることができるのである。

【0014】次に、シリコン酸化膜をエッチングした実験例について説明する。なお、実験には図1に示すプラズマ処理装置を用いた。真空容器18内にCHF<sub>3</sub>を50SCCM導入しつつ排気し、真空容器18内を50mTorrの圧力に保ちながら、第1高周波電源26より600Wの電力を投入すると同時に第2高周波電源27より第1の電極23に300Wの電力を投入する。基板24としてはシリコン基板上にシリコン酸化膜を成長させたものを用いて実験を行った。その結果、シリコン酸化膜のエッチング速度は2500Å/分であり、図3に示す従来の構成でのエッチング速度より若干低下したが、エッチングの均一性については本実施例の方が良好な結果であった。また、前記シリコン酸化膜をエッチングした条件でポリシリコンをエッチングした結果、本実施例の構成でのエッチング速度は450Å/分、従来の構成の場合は2000Å/分であり、本実施例の構成を用いることにより、シリコン酸化膜の対ポリシリコンの選択比が大きく向上することがわかった。

【0015】このように、従来の誘導結合型放電は、真空容器中に発生する誘導電界によって電子が基板面に対して平行で、かつ閉じた円弧上に沿って加速され、真空容器の壁面で加速電子が失われる確率が減少するので高密度のプラズマが得られるが、反面、非常にエネルギーの高い電子の数が多く、エッチングガスの解離が極端に進行し、ポリシリコンをエッチングするフッ素ラジカルを多量に生成してしまうため、シリコン酸化膜エッチングにおける対ポリシリコンエッチング選択性の低下を招いているのである。

【0016】しかしながら、本実施例の誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマでは電子は基板面に対して平行で、かつ閉じた円弧上に沿って加速されると同時に基板面に対して垂直な向きにも加速されるため、高いエネルギーを持つ電子が電極に衝突して失われる確率が高くなる。その結果、フッ素ラジカルの生成が抑制され、高い選択比が得られたと考えられる。

【0017】このように構成することにより、被加工物に対して最適なプラズマ分布を得ることが可能となる。

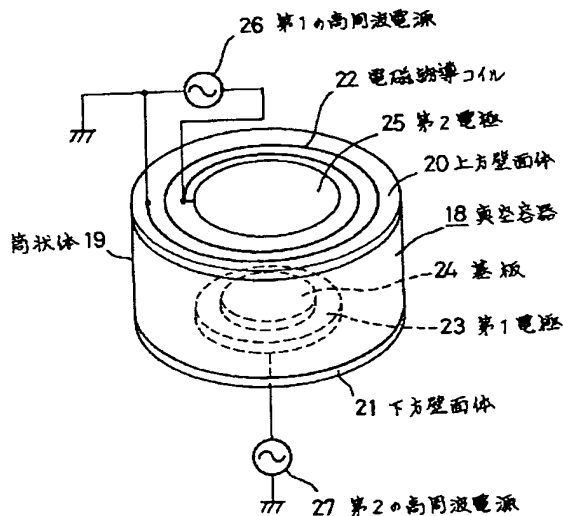
【0018】

【発明の効果】本発明によれば、誘導結合性と容量結合性が混在したプラズマによりプラズマ処理を行う方法により、被加工物に対して均一なプラズマ処理をすることが可能となるほか、誘導結合性プラズマを発生させる電磁誘導コイル及び容量結合性プラズマを発生させる第1、第2の電極並びに第1、第2の高周波電源等を調整し、最適化することによって被加工物に対して最適なプラズマ分布を得る装置が実現できる。

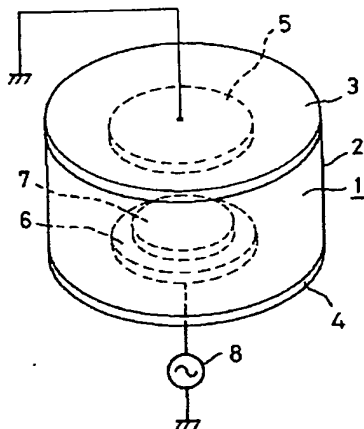
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施例の構成を示す斜視図である。

【図1】



【図3】



\* 【図2】本発明のプラズマ処理装置と従来のプラズマ処理装置とのプラズマ分布状態を説明するための特性曲線図である。

【図3】従来のプラズマ処理装置の一例を示す斜視図である。

【図4】従来のプラズマ処理装置の他の例を示す斜視図である。

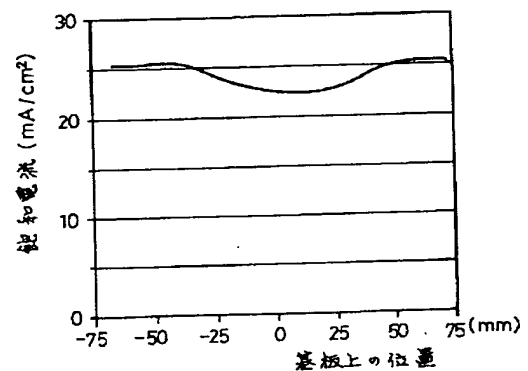
【図5】従来のプラズマ処理装置の更に他の例を示す斜視図である。

【符号の説明】

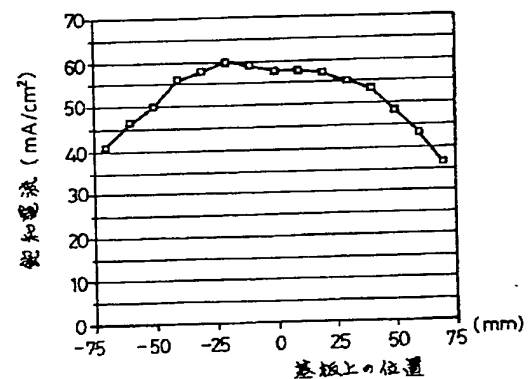
1, 9, 18...真空容器、 6, 14, 23...第1の電極、 7, 15, 24...基板、 5, 25...第2の電極、 13, 22...電磁誘導コイル、 16, 26...第1の高周波電源、 17, 27...第2の高周波電源。

【図2】

(a)



(b)



【図5】

